Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 33, No. 2, Summer 2019, p. 109-124

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۲۴-۱۰۹

اندازه‌گیری میزان تأثیر بارش‌های شدید بهاری، بر کارایی‌فنی تولید گوجه‌فرنگی در ارسنجان

مرتضی حسن شاهی[۱*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۰۷

چکیده

این پژوهش با هدف ارائه راه‌حل، جهت جلوگیری از ورشکستگی و ضرر گوجه‌فرنگی‌کاران در سال‌های اخیر به علت بارش‌های‌شدید در مرحله رشد خصوصاً مرحله گلدهی محصول انجام شده است. در راستای نیل به این هدف، تأثیر بارش‌های شدید بر کارایی فنی در مراحل رشد گوجه‌فرنگی در ارسنجان برآورد شده است. در این راستا از داده‌های سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ و الگوی اصلاح‌شده تابع تولید مرزی تصادفی استفاده و نتایج آن با الگوی سنتی تابع تولیدمرزی‌تصادفی مقایسه شده است. طبق نتایج بارش‌های‌شدید بر تولید و کارایی‌فنی مزرعه تأثیر منفی دارد به‌طوری‌که نادیده گرفتن آن‌ها باعث تورش‌دار شدن ضرایب نهاده‌های تولید و تعیین‌کننده‌های کارایی‌فنی می‌شود. طبق بخش دیگری از یافته‌ها، با استفاده مناسب از نهاده‌ها می‌توان کارایی‌فنی را ۱۴٪ افزایش داد که نتیجه آن افزایش ۱۹٪ در تولید و کاهش ۱۱/۶٪ در هزینه‌های تولید خواهد بود. از یافته‌های دیگر این پژوهش رابطه متقابل بین نهاده‌های تولید و متغیرهای بارندگی است، به‌طوری‌که بارش‌های‌شدید در مراحل رشد گیاه نه‌تنها باعث تخریب مزرعه می‌شود، بلکه باعث کاهش کارایی سایر نهاده‌ها نیز می‌گردد. جهت جلوگیری از این خسارات توصیه می‌شود این‌گونه محصولات به‌صورت گلخانه‌ای کشت شود تا بتوان متغیرهای جوی را کنترل کرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی اصلاح‌شده تابع تولیدمرزی‌تصادفی، بارش‌های‌شدید، کارایی‌فنی، گوجه‌فرنگی

مقدمه

کشاورزی در سه بعد؛ محیط، رفتار و سیاست قابل بررسی بوده و یک حرفه توأم با ریسک، شامل ریسک‌های طبیعی (شرایط جوی) و ریسک‌های اقتصادی (تغییرات قیمت‌ها) است، علاوه بر ریسک‌های معمول، عوامل زیست‌محیطی نیز به‌صورت مختلف بر رفتار کشاورزان تأثیر می‌گذارند (۲۱) این مسئله به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه، یعنی جایی که زیرساخت‌های مزرعه، مانند آبیاری، زهکشی، مقررات یارانه‌های کشاورزی، قوانین حفاظت از کشاورزان و فناوری کنترل اثرات زیست‌محیطی، هنوز به‌خوبی توسعه‌نیافته و باعث کاهش کارایی می‌شوند، بیشتر نمایان است (۳۱). یادآوری می‌شود که کارایی انواع متعددی دارد و عوامل متعددی نیز آن را متأثر می‌کنند که برخی از آنها عبارت از میزان دسترسی به اعتبارات دولتی، دسترسی به آموزش، مکان مزارعه (۲۱)، اندازه مزرعه، فاصله مزرعه تا بازار (۲۷)، دستمزد، درآمد (۳۴)، هزینه‌ها، نقدینگی ناکافی، عدم کنترل بیماری‌ها خصوصاً در گاوداری‌ها و مرغداری‌ها (۲۹) و باروری خاک (۲۷ و ۳۸)، است.

عملکرد کشاورزی نه‌تنها به در دسترس بودن منابع‌فیزیکی و فن‌آوری‌های‌کشاورزی، بلکه به شرایط جوی، زیست‌محیطی حاکم بر مزرعه و تولید نیز وابسته است؛ به‌طوری‌که هم‌زمان با افزایش دمای کره زمین، بارندگی به یک متغیر غیرقابل پیش‌بینی با توزیع ناهموار تبدیل شده (۳۶) و وقوع پدیده‌هایی مانند سیل، خشک‌سالی و... را به دنبال داشته است. علاوه بر آن، این‌گونه پدیده‌ها با افزایش نااطمینانی در مورد پیش‌بینی آب‌وهوای آینده، حس جدیدی از نااطمینانی به کشاورزان وارد کرده و تولیدکنندگان را با انواع جدیدی از مشکلات جوی مواجه نموده است. طبق پیش‌بینی‌ها، فراوانی و شدت تغییرات جوی و اقلیمی، چالش‌های پیش‌روی مدیریت ریسک را افزایش خواهد داد، چون شرایط جوی (باران‌های ناگهانی و سیل‌آسا، طوفان، تغییرات شدید دمای هوا و باران‌های اسیدی) بر کارایی نهاده‌های تولید (کود، بذر، سموم و...) تأثیرگذار است، علاوه بر آن تأثیر متقابل شرایط جوی و نهاده‌های تولید باعث گسترش بیماری‌های گیاهی می‌شود (۴۰).

طبق یافته‌های پژوهشی، دمای هوا و بارش ۷۰٪ تغییرات در کارایی کشاورزی طی دوره زمانی ۱۹۸۱-۲۰۱۰ را توضیح می‌دهند.

۱- استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ارسنجان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: hasanshahi@iaua.ac.ir)
DOI: 10.22067/jead2.v0i0.71763

پیشرفت فناوری اثرات تغییرات اقلیمی بر کارایی را بیشتر کرده است، به‌طوری‌که اگر این وضعیت ادامه یابد، تغییرات آب و هوایی باعث کاهش کارایی کل به میزان ۲/۸۴ تا ۴/۳۴ درصد در سال خواهد شد (۴۴).

تغییرات شدید آب و هوایی در طول دوره رشد می‌تواند باعث آسیب جدی به کشاورزی شده و بر تصمیمات کشاورزان جهت تخصیص نهاده‌های مزرعه اثر گذاشته و منجر به کاهش تولید و کارآیی شود؛ بنابراین، در تجزیه‌وتحلیل کارایی و عملکرد مالی و فیزیکی مزرعه باید علاوه بر نهاده‌های تولید، به شرایط آب و هوایی کوتاه‌مدت، محدودیت‌های زیست‌محیطی و پیشرفت فناوری در علوم زراعی نیز توجه کرد. بیشتر مطالعات در این زمینه، یا حساسیت کارایی کشاورزی به شرایط آب‌وهوایی را کاملاً نادیده گرفته یا تنها به بررسی تأثیر آب‌وهوای محلی بر عملکرد محصول و بازده اقتصادی بسنده کرده‌اند که این‌کار منجر به تورش در تخمین پارامترها شده است (۱۲)، بنابراین اطلاع از چگونگی روابط بین کارایی و آب‌وهوا، برای درک اینکه آیا رشد اقتصادی فعلی کشاورزی در آینده ادامه خواهد یافت یا خیر، ضروری است.

محصول مورد بررسی در این پژوهش گوجه‌فرنگی است. گوجه‌فرنگی از محصولاتی است که علاوه بر بالا بودن تقاضای جهانی آن، چه به‌عنوان غذا و چه دارو، تولید آن تحت تأثیر عوامل زیستی و غیر زیستی، دما، کیفیت آب، شوری، میزان سمیت فلزات سنگین، میکروارگانیسم‌ها و حضور مواد ارگانیک بوده و باران‌های نامنظم و اسیدی (باران‌های غیرقابل‌پیش‌بینی) ، طوفان، تگرگ و باد در مراحل مختلف رشد محصول، به‌ویژه در زمان گل‌دهی می‌تواند به گل‌های آن آسیب رسانده و باعث خنثی‌سازی گرده‌افشانی و حتی آلودگی محصول گردند (۶، ۱۳ و ۳۲). علاوه بر آن تغییرات نامطلوب و ناگهانی آب‌وهوا باعث آلودگی‌های جدی، بیماری و شکاف بین تولید واقعی و مورد انتظار می‌شود (حتی آسمان ابری نیز بر تولید اثرگذار است)؛ یادآوری می‌شود که حساسیت گوجه‌فرنگی به عوامل جوی، بسته به رشد گیاه و مراحل مختلف رشد گیاه مانند رویش، باروری، گل‌دهی و بلوغ متفاوت است (۳۸)؛ به‌طوری‌که هوای ابری و بارندگی در هنگام گل‌دهی و بارور شدن گیاه نه‌تنها سبب تخلیه دانه شده، بلکه باعث استفاده بیشتر از سموم شیمیایی برای مقابله با آفات و بیماری‌های گیاهی می‌شود (۳۵).

با توجه به مباحث فوق، برای افزایش کارایی گوجه‌فرنگی دو راه قابل‌تصور است. یکی معرفی فن‌آوری‌های جدید؛ که این‌کار هزینه‌بر و زمان‌بر است و دیگری افزایش کارایی‌فنی کشاورزان با توجه به تغییرات آب و هوایی به‌ویژه بارش‌های‌شدید، در فصل رشد محصول است.

هر چند پژوهش‌های زیادی برای برآورد کارایی‌فنی محصولات کشاورزی مانند برنج (۱۴ و ۱۸)، کنجد (۱۹) و انبه (۲۲) صورت گرفته ولی طبق اسناد در دسترس، به نظر می‌رسد که پژوهش روی اثرات بارش‌های‌شدید[1] در طول دوره رشد محصولات جالیزی، به‌طور اعم و گوجه‌فرنگی به‌طور اخص، برای ارزیابی تأثیر آنها بر کارایی فنی صورت نگرفته است.

در پژوهش‌های مربوط به برآورد کارآیی‌تولید، عدم توجه به شرایط جوی مانند بارندگی و... باعث برآوردهای تورش‌دار از پارامترهای تابع تولید خصوصاً کارایی‌فنی شده است (۷، ۱۱ و ۳۷)، طبق اسناد در دسترس، تاکنون تنها مطالعات شرلاند و همکاران (۳۷)، حاسان و همکاران (۱۱) و اوگادا و همکاران (۳۰) در تجزیه‌وتحلیل کارایی‌فنی، شرایط زیست‌محیطی، شامل بارندگی در فصل رشد را به الگو اضافه کرده‌اند. بااین‌حال، این مطالعات تنها بر بارندگی‌های معمول در طول زمان گل‌دهی و هزینه‌ترمیم به‌عنوان نماینده، شرایط زیست‌محیطی متمرکزشده‌اند.

با توجه به مطالب پیشین و اینکه تغییرات آب‌وهوایی در قالب خشک‌سالی‌ها، سیلاب‌ها و طوفان‌ها، تولید مواد غذایی را متأثر کرده و از این طریق تهدیدی برای امنیت غذایی در جهان محسوب شده و خطرات سوءتغذیه را خصوصا در مناطق فقیر افزایش می‌دهد (سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل، ۱۰)؛ بنابراین ارزیابی اثرات بارش‌های‌شدید در فصل رشد محصول برای اطمینان از پایداری اقتصاد کشاورزان و یافتن رویکرد مناسب که بتواند تأثیرات منفی و بالقوه تغییرات اقلیمی را بر کارایی محصول کاهش دهد، لازم به نظر می‌رسد.

در مطالعات قبلی برای برآورد کارایی‌فنی فقط خصوصیات اقتصادی–اجتماعی مزرعه، سواد مدیر مزرعه، میزان دسترسی به اعتبارات و تجربه، در الگو گنجانده‌شده‌اند و ازآنجاکه متغیرهای جوی تأثیر غیرقابل‌انکار بر کارایی دارند؛ در این پژوهش علاوه بر متغیرهای مذکور، متغیرهای‌جوی (بارش‌های شدید و خسارات مربوطه به آنها) نیز به الگو اضافه شده‌اند تا میزان تأثیر این بارش‌ها بر کارایی فنی گوجه‌فرنگی‌کاران در دوره رشد گیاه برآورد شود (بارندگی‌های شدید در دوره رشد گوجه‌فرنگی و خسارات مربوطه در تابع تولید و کارآیی فنی گنجانیده شده است). انتظار می‌رود یک رابطه منفی بین میزان بارش‌های‌شدید و عملکرد گوجه‌فرنگی وجود داشته باشد.

هدف این پژوهش پاسخ به سه پرسش‌است: ۱- آیا بارش‌های‌شدید بر کارآیی‌فنی تولید گوجه‌فرنگی اثر دارد؟ ۲- آیا بارش‌های‌شدید بر کارایی نهاده‌های تولید، مؤثر است؟ و ۳- عوامل مؤثر بر کارآیی‌فنی تولید گوجه‌فرنگی کدامند؟

در ادامه به پاره‌ای از پژوهش‌های مشابه (علاوه بر موارد ذکر شده)، اشاره می‌شود.

۱- بارش‌هایی که در فصل در چند دقیقه با شدت زیاد می‌بارد و با باد و طوفان همراه است

لایک و همکاران (۲۰) با استفاده از تابع تولیدمرزی‌تصادفی[1] (SPF) و الگوی‌توبیت[2] و داده‌های جمع‌آوری شده از ۱۷۹ گوجه‌فرنگی‌کار در شمال اتیوپی نشان دادند، کشاورزان گوجه‌فرنگی‌کار در استفاده از زمین، نیروی کار، بذر و کود، ناکارا هستند به‌طوری‌که متوسط کارآیی‌فنی و اقتصادی آنها به ترتیب ۷۵ و ۶۷ درصد است. برای افزایش کارایی، گسترش کلاس‌های ترویج کشاورزی توصیه شده است.

کریشنا و همکاران (۱۷) با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل پوششی داده‌ها، تأثیر ریسک بر کارایی‌هزینه و درآمد تعاونی‌های کشاورزی امریکا را بررسی و نشان دادند، روش مذکور بدون منظور نمودن ریسک، توانایی سنجش دقیق کارایی را ندارد.

موکرجی و همکاران (۲۶) با بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد گوجه‌فرنگی نشان دادند، عملکرد محصول با بارندگی رابطه مثبت دارد.

محماد و همکاران (۲۵) با استفاده از الگوی کاپ–داگلاس و داده‌های ۱۱۵ مزرعه در منطقه مومند پاکستان، عوامل مؤثر بر کارایی مزارع گوجه‌فرنگی را بررسی و نشان دادند، ماشین‌آلات، بذر، نیروی کار، تعداد دفعات آبیاری، افشانه‌های شیمیایی و کود، تأثیر مثبت بر کارایی گوجه‌فرنگی دارند. برای افزایش کارایی، آموزش کشاورزان، ارائه اعتبارات کوتاه‌مدت و یارانه، توصیه‌شده است.

ملو و اورازکو (۲۴) با استفاده از الگوی تابع تولیدمرزی‌تصادفی متا و داده‌های ۱۵۶۵ خانوار، کارایی‌تولید محصولات کشاورزی و دامداری در کلمبیا را برآورد کردند و نشان دادند، مزارع واقع در مناطق با آب‌وهوای ملایم و مزارع بزرگ‌تر، کاراتر هستند. اجرای سیاست‌های افزایش کیفیت زندگی کشاورزان کوچک، از توصیه‌های نتایج پژوهش است.

کاهیل و همکاران (۱۵) با استفاده از روش برنامه‌ریزی تصادفی، نشان دادند، تغییرات اقلیمی در جنوب اروپا، تأثیر منفی بر آبیاری و اکوسیستم‌های وابسته به آب و کشاورزی دارد.

آلی و کسابا (۳) با استفاده از توابع تولید ریکاردویی و داده‌های سری زمانی دوره ۱۹۶۰–۲۰۱۳ رابطه بین دما، بارندگی و متغیرهای غیر اقلیمی مزارع ارزن و ذرت را در گامبیا برآورد کردند و نشان دادند، تغییرات آب و هوایی بر تولید ذرت و ارزن تأثیر دارد؛ به‌طوری‌که ۷۷٪ و ۴۴٪ از تغییرات تولید ذرت و ارزن به ترتیب با متغیرهای اقلیمی و غیر اقلیمی توضیح داده می‌شود.

برادلی و همکاران (۹) با استفاده از الگوهای، تجزیه‌وتحلیل پوششی داده‌ها، تابع تولیدمرزی‌تصادفی و توبیت، ضمن برآورد انواع کارایی در ناحیه برنج‌خیز آمریکا، نشان دادند، بیشتر مزارع دارای کارآیی‌فنی بالا هستند، بااین‌حال، مزارع ناکارا نیز مشاهده می‌شوند که می‌توان با متنوع کردن محصولات و بهبود مدیریت آبیاری کارایی آنها را افزایش داد.

ویلسون (۴۲) با استفاده از روش تابع تولیدمرزی‌تصادفی و داده‌های دوره ۱۹۹۳–۱۹۹۷ کارآیی‌فنی مزارع گندم در شرق انگلستان را برآورد و نشان داد علاوه بر ویژگی‌های مزرعه و مدیریتی، محیط‌زیست نیز بر کارآیی‌فنی مؤثر است.

ارسلان بد (۴) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از داده‌های سال ۱۳۸۳ نشان داد، کارآیی‌فنی، تخصیصی و اقتصادی گوجه‌فرنگی در آذربایجان غربی در شرایط تولید با بازده ثابت و افزایشی به مقیاس متفاوت است.

سادات مؤذنی و کرباسی (۳۴)، با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها، کارایی پسته کاران شهرستان زرند را برای دوره ۱۳۸۳–۱۳۸۴، اندازه‌گیری کردند و نشان دادند، مکان مزرعه در کارآیی‌فنی مؤثر است.

تهامی پور، صالح، نعمتی (۳۹) با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها و شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست و داده‌های دوره ۱۳۷۹–۱۳۸۶، نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید برنج در ایران را محاسبه و نشان دادند، رشد بهره‌وری‌کل مثبت است و بهبود کارآیی‌فنی برنج‌کاران از طریق، ترویج و استفاده از فنّاوری‌های نوین امکان‌پذیر است.

عبدالهی، راحلی، تقی زاده،کسرانی و نجف‌لو (۱) با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ و روش‌های حداقل مربعات اصلاح‌شده و حداکثر راست‌نمایی و داده‌های ۴۰ گلخانه تولید خیار استان آذربایجان‌شرقی در سال ۱۳۸۷، کارایی‌فنی را محاسبه کردند. طبق نتایج، ۳۶ در صد عدم کارایی وجود دارد و متغیرهای نوع کشت و تجربه مدیر به ترتیب اثر مثبت و منفی بر عدم‌کارایی‌مدیریتی گلخانه‌ها دارند.

خزایی، امرایی و اصفهانی (۱۶) با استفاده از روش مالم‌کوئیست، روند بهره‌وری عوامل تولید گوجه‌فرنگی در استان‌های بوشهر و کرمان را برآورد کردند و نشان دادند، روند بهره‌وری در دو استان مذکور برخلاف بقیه استان‌ها افزایشی است. پرداخت تسهیلات برای خرید ماشین‌آلات جدید از توصیه‌های افزایش بهره‌وری گوجه‌فرنگی است.

در پژوهش‌های فوق‌الذکر در راستای تحلیل عوامل تعیین‌کننده کارآیی محصولات زراعی، عمدتاً از روش‌های، تابع تولیدمرزی‌تصادفی و تحلیل پوششی داده‌ها و متغیرهای: مکان مزرعه، فنّاوری‌های نوین، نوع کشت و تجربه مدیر مزرعه و نهاده‌های تولید، به‌عنوان تنها عوامل مؤثر بر تولید و ویژگی‌های اقتصادی–اجتماعی و مدیریتی مزرعه، به‌عنوان عوامل مؤثر بر کارآیی فنی استفاده‌شده است. نقطه‌ضعف این پژوهش‌ها بی‌توجهی به تأثیر عوامل جوی خصوصاً، بارش‌های‌شدید بر کارایی و تولید است، اما در این پژوهش با اضافه کردن، متغیرتصادفی بارش‌های‌شدید بهاری و

1- Stochastic Production Frontier
2- Tobit

خسارات مربوطه، از الگوی اصلاح‌شده تابع تولیدمرزی‌تصادفی (MSPF[1]) استفاده‌شده است.

در ادامه به ترتیب، چارچوب تحلیلی، جامعه‌آماری و داده‌ها، الگوی پژوهش، نتایج تجربی، بحث، نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاست‌گذاری، ارائه شده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، رهیافت تابع تولیدمرزی‌تصادفی، ارائه‌شده توسط آیگنر و همکاران (۲) و میوسن و وان‌دن (۲۳)، با اعمال تغییراتی در آن، استفاده شده است به‌طوری‌که در آن علاوه بر نهاده‌های فیزیکی تولید، بارش‌های شدید در زمان رشد گوجه‌فرنگی و هزینه‌های ترمیم مزرعه (ترمیم برای کاشت مجدد، بخشی از مزرعه که تخریب شده به علت بارش‌های شدید)، به الگو اضافه‌شده‌اند تا تأثیر آنها بر کارایی‌فنی برآورد شود.

فرم ریاضی تابع تولیدمرزی‌تصادفی به‌صورت رابطه (۱) نوشته می‌شود (۲۱).

$$Y_i = g(X_i) - u_i' + v_i' \quad (۱)$$

$$u_i' = -Z_i\delta' + \zeta_i' \quad (۲)$$

که در آن Y_i: میزان محصول i امین مزرعه، X_i: بردار نهاده‌های فیزیکی، v_i': دارای توزیع نرمال دوطرفه با $(0, \sigma_{v'}^2)$ و مستقل از u_i است. u_i': یک متغیر تصادفی غیر منفی است که عدم کارایی فنی(عوامل مؤثر بر کارایی‌فنی) در تولید را نشان می‌دهد و فرض می‌شود که به‌صورت مستقل توزیع‌شده با میانگین $-Z_i\delta'$ و واریانس $\sigma_{u'}^2$، Z_i: بیانگر مشخصات اجتماعی-اقتصادی کشاورزان، مهارت‌های مدیریتی و مشخصات جمعیت شناختی، δ': پارامترهایی هستند که، باید برآورد شوند $(u_i' \geq 0 \geq -Z_i\delta')$ و ζ_i^*: بخش خطا، طبق فرض، دارای میانگین صفر و واریانس σ'^2 است.

در الگوهای (۱ و ۲) به علت عدم حضور متغیرهای جوی، پارامترهای برآوردی تورش‌دار شده و همبستگی بین کارآیی‌فنی و تورش نادیده گرفته می‌شوند (۲۱) و نادیده گرفتن تورش باعث می‌شود تا مدیر مزرعه در تصمیم‌گیری‌های تخصیص منابع دچار اشتباه شده و استفاده بهینه از منابع به عمل نیاورد (۱۱ و ۱۲)، طبق مشاهدات و نظر کارشناسان کشاورزی نهاده‌های تولید همبستگی نسبتاً بالا با عوامل جوی دارند به‌عنوان‌مثال مصرف بذر، کود و نیروی‌کار و... رابطه مثبت با شرایط جوی (بارندگی، طوفان و...) دارند، درحالی‌که باران‌های شدید با سموم شیمیایی و تولید رابطه منفی دارد چون بارش‌های‌شدید باعث شسته شدن سموم می‌شود که علاوه بر تخریب مزرعه، به گل‌ها، میوه‌ها و ... خسارت می‌زند و موجب بروز عفونت‌ها، بیماری‌ها و آفات گیاهی می‌شود و افزایش هزینه‌های‌تولید و کاهش کارایی‌فنی را در پی دارد لازم است، در بررسی کارایی‌فنی به عوامل جوی نیز توجه شود.

در این پژوهش، به دلایل فوق و با اقتباس از پژوهش‌های رحمت و حاسان (۳۱) و شرلاند و همکاران (۳۷) از تابع تولیدمرزی‌تصادفی اصلاح‌شده (MSPF) برای اضافه کردن متغیرهای، بارش‌های‌شدید بهاری و هزینه‌های ترمیم مزرعه به علت خسارات ناشی از بارش‌های‌شدید، استفاده‌شده است.

تابع تولیدمرزی‌تصادفی اصلاح‌شده (MSPF) برای i امین مزرعه به‌صورت رابطه (۳) است (۲۱)

$$Y_i = f(X_i, R_i) - u_i + v_i \quad (۳)$$

$$u_i = Z_i\delta + D_i\tau + \zeta_i \geq 0 \quad (۴)$$

که در آن R_i: بردار متغیرهای بارش و هزینه‌ترمیم مزرعه، D_i: متغیرهای مجازی که سطوح ضرر ناشی از بارش‌های‌شدید را نشان می‌دهند، τ: پارامترهایی هستند که بایستی برآورد شوند، سایر متغیرها مانند روابط (۱ و ۲) تعریف می‌شوند.

برای برآورد پارامترهای نامعلوم $\left(\theta = \frac{\sigma_u^2}{\sigma^2}, \sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2\right)$ از روش‌های حداکثر راست‌نمایی، تابع تولیدمرزی‌تصادفی و توابع اثر ناکارایی[2] به‌طور همزمان استفاده شده است (۷).

اگر متغیرهای توضیحی در تابع تولید با متغیرهای مؤثر بر کارایی فنی همبسته باشند و در برآورد پارامترهای تابع تولید، این همبستگی نادیده گرفته شود، منجر به برآوردهایی تورش‌دار از پارامترها می‌شود (۴۱). برای اجتناب از این نوع همبستگی، معمولاً از رهیافت تک‌مرحله‌ای پیشنهادشده توسط بتیس و کوئلی (۷) برای تعیین عوامل مؤثر بر کارایی تولید، استفاده می‌شود که در آن، کارایی‌فنی مزارع با شرایط اجتماعی-اقتصادی کشاورزان، مهارت‌های مدیریتی و مشخصات جمعیت شناختی و... مرتبط است. در این شرایط تابع کارایی‌فنی مزرعه i ام به‌صورت رابطه (۵) نوشته می‌شود (۷).

$$TE_i = E\{e^{-(u_i/\xi_i)}\} = E\{e^{-(\delta_0 + \sum(Z_i\delta/\xi_i))}\} \quad (۵)$$

که در آن TE: بیانگر کارایی، $\xi_i = v_i - u_i$ و نماد E: بیانگر عملگر انتظارات (امید ریاضی) است.

1- Modified Stochastic Production Frontier Approach

2- Inefficiency Effect Functions

جدول ۱- توصیف آماری متغیرها
Table 1- Statistical description of variables

متغیر Variable	واحد سنجش Measurement unit	متغیر Variable	واحد سنجش Measurement unit
محصول Product	تن - هکتار Tons – Hectare	۰/۱۰۰ افت‌عملکرد ناشی از بارش‌های‌شدید 100% Performance drops due to extreme precipitation	تن - هکتار Tons – Hectare
هزینه‌های ترمیم مزرعه* Farm repair costs	ریال Rials	۰/۷۵ افت عملکرد ناشی از بارش‌های‌شدید 75% Performance drops due to extreme .precipitation	ریال Rials
بذر (دانه، نشاء) Seed, Seedlings	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare	۰/۵۰ افت‌عملکرد ناشی از بارش‌های‌شدید 50% Performance drops due to extreme .precipitation	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare
کود Fertilizer	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare	۰/۲۵ افت‌عملکرد ناشی از بارش‌های‌شدید 25% Performance drops due to extreme .precipitation	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare
سموم شیمیایی Chemical pesticides	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare	بدون افت‌عملکرد Without loss of performance	کیلوگرم در هکتار Kg-Hectare
نیروی‌کار Work force	روز-نفر- هکتار Day-Worker-Hectare	بارش‌های‌شدید در زمان رویش محصول Extreme rainfall during its growth	روز-نفر- هکتار Day-Worker-Hectare
هزینه آماده‌سازی زمین Cost of preparing land	ریال Rials	EC آب Water EC	ریال Rials
سن مدیر مزرعه Age of farm manager	سال Year	ناحیه Area	سال Year
دسترسی به اعتبارات Access to credits	بله=۱ و خیر =۰ Yes = 1, No = 0	تحصیلات مدیر مزرعه Farm Manager Education	بله=۱ و خیر =۰ Yes = 1, No = 0
مشارکت در اداره مزرعه Participation in farm management	بله=۱ و خیر =۰ Yes = 1 , No = 0	آموزش کشت گوجه‌فرنگی Tomato planting training	بله=۱ و خیر =۰ Yes = 1 , No = 0
تجربه Experience	بله=۱ و خیر =۰ Yes = 1 , No = 0		

*- هزینه‌ترمیم: مبالغی است که برای ترمیم مزرعه پس از آسیب توسط بارش‌های‌شدید بهاری در مرحله رشد گیاه پرداخت می‌شود.
* - Cost of restoration: This is the amount paid for post-traumatic field repair by severe spring rainfall at the plant growth stage.

الگوی پژوهش

داده‌های پژوهش با استفاده از تابع تولیدمرزی‌تصادفی (SPF) و تابع تولیدمرزی‌تصادفی اصلاح‌شده (MSPF) با فرم تابعی کاب-داگلاس[1] و روش حداکثر راست‌نمایی، تحلیل شدند، در این راستا نهاده‌های مؤثر بر کارایی‌فنی و عوامل جوی (بارش‌های‌شدید در مراحل رشد گیاه)، به الگو اضافه شد و ضرایب تابع تولیدمرزی‌تصادفی، یک‌بار بدون متغیرهای بارندگی و یک‌بار نیز با متغیرهای بارندگی، برآورد و نتایج مقایسه شدند.

مشخصات الگوی SPF مورد استفاده (بدون لحاظ کردن بارش‌های‌شدید و خسارات مربوطه) طی روابط (۶ و ۷) ارائه شده است.

$$MODEL:SPF \longrightarrow \ln Y_i = \alpha'_0 + \sum_{j=1}^{k} \alpha'_j \ln X_{ij} + v'_i - u'_i \quad (۶)$$

$$u'_i = \delta'_0 + \sum_{d=1}^{p} \delta'_d Z_{id} + \zeta'_i \quad (۷)$$

که در آن ln: نماد لگاریتم طبیعی؛ Y_i: میزان تولید مزرعه i ام، X_{ij}: میزان نهاده j ام مورد نیاز برای تولید گوجه‌فرنگی در یک هکتار مزرعه i ام، (میزان بذر، کود، سموم شیمیایی برای کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های گیاهی، نیروی کار و هزینه آماده‌سازی زمین)؛ v_i: خطای تصادفی که به‌طور نرمال توزیع‌شده؛ و u'_i: میزان عدم کارایی‌فنی. Z_{id}: نشان‌دهنده مشخصه‌های مدیریتی و جمعیت شناختی خانوار برای توضیح عدم کارایی‌فنی مزرعه، ζ'_i:

۱- در اکثر پژوهش‌های مشابه از فرم تابعی کاپ-داگلاس استفاده شده است.

متغیر تصادفی δ', α': پارامترهایی هستند که باید برآورد شوند. نماد (`) نشانگر الگو بدون متغیرهای بارندگی (SPF) است.

میزان تغییر در تولید به دلیل عدم کارایی‌فنی با رابطه (۸) برآورد شده‌اند.

$$\theta = \frac{\sigma_u^{`2}}{\sigma^{`2}} \quad , \qquad \sigma^{`2} = \sigma_v^{`2} + \sigma_u^{`2} \qquad (۸)$$

با گنجاندن متغیرهای بارندگی و خسارات ناشی از آن در الگوی SPF، الگوی تابع تولیدمرزی‌تصادفی اصلاح‌شده (MSPF) طبق روابط (۹ و ۱۰) به وجود می‌آید.

$$MODEL: MSPF \longrightarrow \ln Y_i = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{k} \alpha_j \ln X_{ij} + \beta_1 \ln R_i + \beta_2 \ln C + v_i - u_i \qquad (۹)$$

$$u_i = \delta_0 + \sum_{d=1}^{p} \delta_d Z_{id} + \sum_{l=1}^{p1} \tau_l D_{il} + \zeta_i \qquad (۱۰)$$

که در آن R_i: نشان‌دهنده میزان بارش‌های‌شدید، C: هزینه‌های ترمیم مزرعه به علت خسارات ناشی از باران، D_{il}: متغیرهای مجازی برای سطوح مختلف کاهش کارایی‌فنی به علت بارش‌های‌شدید (۱۰۰٪، ۷۵٪، ۵۰٪، ۲۵٪) که توسط کشاورزان نمونه اظهارشده است، τ_l, β_2, β_1: پارامترهایی هستند که باید برآورد شوند؛ بقیه متغیرها مانند روابط (۶ و ۷) تعریف می‌شوند.

میزان تغییر در تولید به دلیل عدم کارایی‌فنی، با رابطه (۱۱) برآورد شدند.

$$\theta = \frac{\sigma_u^2}{\sigma^2} \quad , \qquad \sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \qquad (۱۱)$$

در راستای برآورد ضرایب توابع تولید و کارایی‌فنی، بایستی آزمون‌های تشخیصی لازم روی داده‌ها انجام شود، در این پژوهش آزمون نسبت حداکثر راست‌نمایی، برای هر دو الگوی با و بدون متغیرهای بارندگی (SPF و MSPF) انجام و سپس مقادیر LR با استفاده از رابطه (۱۲) محاسبه گردید.

$$LR=-2(L^{MSPF} - L^{SPF}) \sim \chi^2(j) \qquad (۱۲)$$

که در آن L^{MSPF}: ارزش حداکثر راستنمایی در مدل MSPF و L^{SPF}: ارزش حداکثر راست‌نمایی در مدل SPF و j تعداد محدودیت‌ها است.

در تابع تولیدمرزی‌تصادفی اصلاح‌شده (MSPF)، مجموعاً شش نهاده و دو متغیر مربوط به تأثیر باران (بارش‌های‌شدید و هزینه‌های ترمیم مزرعه به علت خسارات بارش) مورداستفاده قرارگرفته است، در الگوی کارایی‌فنی نیز هفت متغیر که نشان‌دهنده ویژگی‌های مزرعه‌دار شامل، جمعیتی، خصوصیات اجتماعی-اقتصادی خانوار و چهار متغیر مجازی که نشان‌دهنده سطوح مختلف ضرر به علت عوامل جوی هستند، در نظر گرفته‌شده است (الف- ۱۰۰٪ افت عملکرد ناشی از بارش‌های‌شدید، ب- ۰/۷۵ افت عملکرد ناشی از بارش‌های‌شدید. ج- ۰/۵۰ افت عملکرد ناشی از بارش‌های‌شدید و د- ۰/۲۵ افت عملکرد ناشی از بارش‌های‌شدید).

منطقه پژوهش و اطلاعات داده‌ها

منطقه مورد پژوهش شهرستان ارسنجان از توابع استان فارس است که بیش از ۳۶۰۰۰ هکتار از اراضی آن قابل‌کشت بوده و در حال حاضر به علت کم‌آبی حدود ۲۳٪ از آن به زیر کشت می‌رود. کشت غالب منطقه شامل گندم، جو، کلزا، ذرت و محصولات جالیزی به‌ویژه گوجه‌فرنگی است (جهاد کشاورزی ارسنجان).

گوجه‌فرنگی در فصل بهار و تابستان به‌صورت بذر مستقیم یا نشاء کشت می‌شود و ۳۰ تا ۵۰ روز بعد از کشت گل می‌دهد. در ارسنجان تا قبل از خرداد باران‌های شدید بهاری که به‌صورت تگرگ است و در مرداد و شهریور باران‌های معروف به خمینه که ناشی از ابرهای برخاسته از اقیانوس هند است، می‌بارد و ریزش گل‌ها، ریزش بار، ناقص کردن بوته و شستن سموم را در پی دارد، علاوه بر آن باران‌های اسیدی و تگرگ[۱] در فصل برداشت باعث تخریب مزرعه و فاسدشدن گوجه‌فرنگی می‌گردد (یادآوری می‌شود که باران‌های معمولی اثر مثبت بر تولید دارند). تغییرات آب‌وهوایی (شب‌های سرد و روزهای گرم) باعث گرما و سرمازدگی گیاه می‌شود، به‌طوری‌که گاه تا ۱۰۰٪ گیاه به‌این‌علت از بین می‌رود. گوجه‌فرنگی نسبت به EC آب و نوع خاک نیز بسیار حساس است، به‌طوری‌که کیفیت آب مناسب برای گوجه‌فرنگی، EC کمتر از ۱۷۰۰ است، EC بین ۱۷۰۰ تا ۳۲۰۰، باعث ۱۰ درصد کاهش تولید، EC بین ۳۲۰۰ تا ۴۳۰۰ باعث ۲۵ درصد و EC بین ۴۳۰۰ تا ۵۰۰ باعث ۵۰ درصد کاهش تولید می‌شود (۴۳). عملکرد محصول در منطقه بسته به نوع خاک و EC آب و... از ۵۰ تا ۱۸۰ تن در هکتار متغیر است.

جمع‌آوری اطلاعات از ۸۳ مزرعه از ۳۱۰ مزرعه فعال (با استفاده از جدول مورگان) در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ با روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای و با استفاده از پرسشنامه‌های محقق ساخته و مصاحبه‌های چهره به چهره انجام شده است.

علاوه بر، نهاده‌های تولید و میزان تولید، ویژگی‌های مدیریتی کشاورزان، مانند سن، جنس، آموزش، تجربه، عوامل سازمانی مانند

۱- بارش‌های شدید در این مقاله شامل: بارش‌های شدید توام با طوفان، تگرگ و باران‌های‌اسیدی یا نامنظم است.

دسترسی به اعتبار و آموزش، مشارکت در مدیریت مزرعـه، داده‌هـای مربوط به بارش‌هـای‌شـدید بهـاری، هزینـه‌تـرمیم مزرعـه و کـاهش عملکرد محصول به علت خسارات ناشی از بارش‌هـای‌شـدید در دوره رشـد محصـول نیـز جمـع‌آوری شـد (داده‌هـای بارنـدگی از ایسـتگاه بـاران‌سـنجی ارسـنجان اخـذ گردیـد). بـرای داده‌هـای مـبهم از پاسخ‌دهندگان تلفنی یا حضوری خواسته شـد تـا ابهـام را رفـع کننـد به‌این‌ترتیب از تمام داده‌های جمع‌آوری‌شده استفاده گردید.

نتایج و بحث

یافته‌های توصیفی طی جداول (۲ و ۳) گزارش شده‌اند.

جدول ۲- نتایج محاسبات، خسارات وارده به مزرعه در مرحله اولیه رشد به دلیل بارش‌های‌شدید

Table 2- Results of calculation of damages to the field at the initial stage of growth due to extreme precipitation

درصد مزارع Percentage of farms	میزان خسارت The amount of damages
10	**خسارت کامل (تخریب کامل مزرعه) Full damage (complete destruction of the farm)**
20	خسارت جزئی (کمتر از ۳۰٪) Partial damage (less than 30%)
14	خسارت ناشی از تأخیر در رشد گیاه Damage caused by delay in plant growth
56	بدون خسارت No damage

منبع: محاسبات محقق Source: Investigator calculations

جدول ۳- نتایج محاسبات، خسارات وارده به محصول در مرحله گلدهی به دلیل بارش‌های‌شدید

Table 3- Results of calculations of damages to the product at flowering stage due to extreme rainfall

درصد مزارع Percentage of farms	درصد خسارت Percentage of damage
8	**100%**
10	73%
11	50%
19	25%
52	0

منبع: محاسبات محقق Source: Investigator calculations

طبق اطلاعات استخراج‌شده از پرسشنامه‌ها که طی جداول ۲ و ۳ ارائه‌شده، به دلیل بارش‌های‌شدید در مرحله اولیه کاشت، ۱۰ درصد از کشاورزان، به‌طور کامل آسیب‌دیـده‌انـد (مزرعـه آنهـا بـه‌طـور کامـل تخریب‌شده است)، ۲۰ درصـد متحمـل خسـارت جزئـی و ۱۴ درصـد تأخیر در رشد داشته‌اند و ۵۶ درصد آسیبی ندیده‌اند. علاوه بر ایـن، بـا توجه به میزان آلـودگی‌هـای ناشـی از بـارش‌هـای‌شـدید، در مرحلـه گل‌دهی، حدود ۴۸ درصد از پاسخ‌دهندگان متحمل خسارت شـده‌انـد، به‌طوری‌که ۸٪ از مزارع ۱۰۰٪ تخریب‌شـده‌انـد، ۱۰٪ از مـزارع ۷۳٪ خسـارت‌دیـده‌انـد، ۱۱٪ از مـزارع ۵۰٪ و ۱۹٪ از مـزارع ۲۵٪ خسارت‌دیده‌اند و ۵۲٪ هیچ آسیبی ندیدند. در مجمـوع ۳۹ مزرعـه (از ۸۳ مزرعـه) مـورد بررسـی اظهـار داشـتند کـه بـه دلیـل وقـوع بارش‌های‌شدید، قادر به دستیابی به حداکثر توان تولیدی نشدند.

همبستگی بین تولید، نهاده، بارش‌های‌شدید و هزینه‌هـای‌تـرمیم مزرعه

نتایج برآورد ضرایب همبستگی بین نهاده‌های‌تولیـد و بارنـدگی و هزینه‌های‌ترمیم مزرعه در جدول ۴ گزارش شده است که بـر اسـاس آن، همبسـتگی نسـبتاً شـدید بـین بـارش‌هـای‌شـدید، میـزان بـذر و نیروی‌کار وجود دارد. بارش‌های‌شدید نیاز مزرعه به نیروی‌کـار جهـت جبران خسارات و ترمیم مزرعه را بیشتر می‌کنـد. بارنـدگی بـا سـموم همبستگی منفی دارد (چون بارندگی سـموم شـیمیایی را مـی‌شـوید و بجای اینکه سموم جذب گیاه شود شسته شده و از بین می‌رود (سموم بر ساقه و برگ گیاه پاشیده می‌شود) پس کشـاورز بـا آگـاهی از ایـن مسئله، در زمان بارش شدید از سموم کمتر استفاده می‌کند بـه همـین علت در زمان بارش اثر منفی آفات بیشتر می‌شود). باران با کود طبـق انتظار همبستگی مثبت دارد چون باران باعث جذب سریع‌تـر کـود بـه خاک و ریشه گیاه مـی‌شـود. بـاران بـا بـذر رابطـه مثبـت دارد چـون باران‌های شدید (خصوصاً تگرگ) نشاءها را از بین می‌بـرد و کشـاورز باید دوباره نشاءکاری کند. رابطه هزینه‌های تـرمیم بـا بـارش هرچنـد مثبت اما معنی‌دار نشده است، شاید به‌ایـن‌علـت باشـد کـه بخشـی از هزینه‌های ترمیم (مصرف بیشتر کود، نیروی‌کار و بذر) در سـه نهـاده مذکور نهفته شده است.

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین نهاده‌ها و بارش‌های‌شدید
Table 4- Correlation coefficients between inputs and rainfall

	نیروی کار Labor force	هزینه‌ترمیم مزرعه Farm repair costs	سموم شیمیایی chemical pesticide	کود Fertilizer	بذر Seed
بارش‌های‌شدید در دوره رشد Heavy rains during flowering	0.32**	0.04	-0.41**	0.14*	0.46**

منبع: یافته‌های پژوهش، ** و * به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطوح ۱ و ۵ درصد است.
.Source: Research findings, **, and *, respectively, indicate a significant level of 1% and 5% respectively

نتایج برآورد پارامترها

جهت برآورد ضرایب توابع تولید و کارایی‌فنی، ابتـدا آزمـون‌هـای تشخیصی لازم روی داده‌ها انجام و نتیجه در جدول ۵ گـزارش شـده است.

جدول ۵- نتایج آزمون فرضیه‌ها
Table 5- The results of testing hypothesis

فرضیه‌ها Hypothesis	با اثر باران (MSPF) With the rain (MSPF) LR	Decision تصمیم	بدون اثر باران (SPF) Without the rain (SPF) LR	Decision تصمیم	سطح بحرانی Critical level $\chi^2_{0.01(d.f)}$
الگو (بدون متغیرهای بارندگی) کامل است Model without rainfall variables is complete	25.34**	رد Reject	–	–	16.8 (6)
بارش‌های‌شدید بر تولید اثر ندارد $(H_0: \beta = 0)$ Rain has no effect on the production	16.21**	رد Reject	–	–	9.2 (2)
نا کارایی‌فنی وجود ندارد $(H_0: \theta = 0)$ There is no technical inefficiency	14.30**	رد Reject	20.30**	رد Reject	6.6 (1)
وجود بازده ثابت به مقیاس در تولید $(H_0: \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 = 1)$ There are constant returns to scale in production	54.23**	رد Reject	37.63**	رد Reject	15.1 (5)
مدیریت بر کارایی بی‌اثرند $(H_0: \delta_1 = \delta_2 = \cdots = \delta_{10} = 0)$ Management do not effect on Efficiency	29.20**	رد Reject	22.40**	رد Reject	21.7 (9)

منبع: یافته‌های پژوهش
Source: Research findings

طبق یافته‌های پژوهش که در جدول (۵) گزارش شده:

فرضیه «الگو بدون متغیرهای بارندگی (SPF) کامل است» رد می‌شود (چـون χ^2 حسـاب‌شـده (۲۵/۳۴) از مقـدار بحرانـی جـدول (۱۶/۸) بزرگ‌تر است). پس بارش‌های‌شدید و هزینه‌های‌ترمیم مزرعه بر تولید و کارایی‌فنی تأثیرگذارند[۱]، چون اضافه شدن آنها به الگو باعـث تغییـر معنی‌دار در آماره راستنمایی شده است، بنابراین نتایج الگـوی MSPF به دلیل منظور کردن متغیرهای مذکور به واقعیت نزدیـک‌تـر اسـت و تورش کمتر نسبت به الگوی SPF دارد.

فرضیه «بارش‌های‌شدید بر تولید اثر ندارد» رد مـی‌شـود (چـون χ^2 حساب‌شده (۱۶/۲) از مقدار بحرانی جدول (۹/۲) بزرگ‌تر است)، پـس بارش‌های‌شدید بر تولید مؤثر است و عدم حضور آنهـا در الگـو باعـث تورش‌دار شدن ضرایب الگو می‌شود.

فرضیه «ناکارایی‌فنی در مزرعه وجود ندارد» در هر دو الگو رد می‌شود (چون χ^2 های حساب‌شده (۲۰/۳ و ۱۴/۳) از مقـدار بحرانـی جـدول

۱- مقدار آماره فوق برابر بـا ۲۵/۳۴ شـده اسـت پـس دومـدل (بـدون متغیرهـای بارندگی) و با متغیرهای بارندگی با هم تفاوت دارند. بـه عبـارت دیگـر اضـافه شـده متغیر بارندگی باعث تغییر معنی‌دار در مدل شده است

(۶/۶) بزرگ‌تر است) یعنی θ در هر دو الگو غیر صفر است، پس ناکارایی وجود دارد.

مسئله قابل ذکر اینکه آماره LR در الگوی SPF برابر با ۲۰/۳ ولی در الگو MSPF برابر با ۱۴/۳ است، تفاوت به دلیل وجود متغیرهای بارندگی در الگوی اخیر است، اگر بارش‌های‌شدید بی‌اثر بود بایستی هردو آماره مذکور تقریباً مساوی می‌شدند. طبق جدول ۶ نیز معنی‌داری θ به این مفهوم است که ۷۹٪ از تغییرات در تولید در الگوی SPF و ۸۹٪ از تغییرات در تولید در الگوی MSPF به دلیل عدم کارایی‌فنی (تا تفاوت بین مزارع) است.

آزمون فرضیه «وجود بازده ثابت به مقیاس» برای هر دو الگوی SPF و MSPF رد می‌شود و چون جمع ضرایب نهاده‌ها در الگو کمتر از یک است پس مزارع تحت بازده کاهشی به مقیاس عمل می‌کنند. در اینجا، تفاوت مقادیر LR در الگوی SPF (۳۷/۶۳) و الگوی MSPF (۵۴/۳) بخشی به دلیل وجود متغیر بارش‌های‌شدید در الگوی MSPF است (مقایسه روابط ۶ و ۷ با ۹ و ۱۰)؛ حضور این متغیرها، باعث شده تا اثرات واقعی متغیرهای مستقل بر تولید، دقیق‌تر برآورد گردد و تورش‌دار بودن ضرایب، الگوی SPF آشکار شود، پس این بخش از یافته‌ها نیز تأییدکننده تأثیر بارش‌های‌شدید بر تولید است.

فرضیه «متغیرهای مدیریتی بر کارایی‌فنی اثر ندارند» برای هر دو الگو رد می‌شود (چون χ^2 حساب‌شده (۲۹/۲ و ۲۲/۴) از مقدار بحرانی جدول (۲۱/۷) بزرگ‌تر است) یعنی کارایی‌فنی تولید وابسته به عوامل مدیریتی در مزرعه نیز است. تفاوت دو آماره (۲۲/۴ و ۲۹/۲) با توجه به روابط (۷ و ۱۰) فقط به دلیل وجود عبارت $\{ \sum_{l=1}^{p_1} \tau_l D_{il} \}$ یا خسارات ناشی از بارش‌های‌شدید در الگوی MSPF است.

به‌طور خلاصه طبق نتایج گزارش‌شده در جدول ۵ نه‌تنها بارش‌های‌شدید بر تولید و کارایی اثر دارند بلکه تفاوت‌های آماره χ^2 در الگوی SPF و MSPF نیز بیانگر وجود تفاوت بین دو الگو است و تفاوت دو الگو نیز فقط به علت اضافه شدن متغیرهای جوی در الگوی MSPF است به‌عبارت‌دیگر بارش‌های‌شدید تأثیر غیرقابل‌انکار بر تولید و کارایی‌فنی دارند.

بعد از انجام آزمون‌های فوق، پارامترهای توابع تولیدمرزی‌تصادفی و ناکارایی (MSPF,SPF) با روش حداکثر راست‌نمایی و با استفاده از نرم‌افزار Frontier 4.1 برآورد شدند که نتیجه در جدول (۶) گزارش شده است.

همه ضرایب (به جزء ضرایب متغیرهای سطح سواد، شرکت در اداره مزرعه و سن در دو الگو و ضریب متغیر سموم شیمیایی در الگوی MSPF)، معنی‌دار هستند.

در الگوی MSPF، طبق انتظار، بارش‌های‌شدید به مزرعه آسیب رسانده و تولید را کاهش می‌دهد. ضریب مثبت متغیر هزینه‌ترمیم مزرعه، نشان می‌دهد، افزایش هزینه‌های ترمیم مزرعه (پس از بارش‌های‌شدید) به افزایش تولید منجر می‌شود.

در الگوی SPF، سموم شیمیایی تأثیر مثبت بر تولید دارند درحالی‌که در الگوی MSPF ضریب متغیر سموم‌شیمیایی هرچند مثبت، اما معنی‌دار نیست؛ بدون توجه به معنی‌داری این ضریب، تأثیر سموم بر تولید در الگوی SPF (۰/۱۶) بیش از سه برابر الگوی MSPF (۰/۰۵) است. دلیل آن اضافه شدن متغیرهای بارندگی است که باعث برآورد اثر خالص سموم بر تولیدشده است.

مقایسه ضرایب دو الگو، حاکی از تورش‌دار بودن ضرایب الگوی SPF به علت نادیده گرفتن متغیرهای بارندگی است. به‌عنوان‌مثال ضریب متغیر بذر در الگوی SPF برابر با ۰/۱۷۴ ولی در الگوی MSPF برابر با ۰/۳۱ است؛ یعنی اضافه شدن متغیرهای بارندگی به الگو باعث شده تا ضریب تأثیر بذر بر تولید از ۰/۱۷۴ به ۰/۳۱ تغییر کند، پس نتیجه می‌شود که ضریب ۰/۳۱ به واقعیت نزدیک‌تر است (در پژوهش‌های آینده، اگر سایر متغیرهای تأثیرگذار بر کارایی مانند بادهای شدید، دمای هوا و... به الگو اضافه می‌شدند این ضریب احتمالاً بازهم تغییر می‌کرد و به واقعیت نزدیک‌تر می‌شد).

عوامل مرتبط با منبع کارایی‌فنی

نتایج برآورد پارامترهای عدم کارایی‌فنی با هر دو الگوی SPF و MSPF در پانل پایینی جدول ۶ گزارش شده است.

در الگوی SPF فقط متغیرهای سن، تجربه، سطح سواد، دسترسی به اعتبارات، شرکت کشاورز در اداره مزرعه و آموزش کشت گوجه‌فرنگی وجود دارند، ضرایب متغیرهای تجربه، دسترسی به اعتبارات، شرکت در اداره مزرعه، ناحیه (شرایط اقلیمی) و آشنایی با کشت گوجه‌فرنگی معنی‌دار شده است، پس داشتن تجربه در کشت گوجه‌فرنگی به افزایش کارایی (کاهش ناکارایی) منجر می‌شود (شواهد نیز تأییدی بر این مدعا است؛ به‌طوری‌که اکثر افراد بی‌تجربه در این حرفه ضرر می‌کنند) دسترسی به اعتبارات دولتی نیز بر کارایی مؤثر است چون کشت گوجه‌فرنگی به سرمایه زیاد نیاز دارد و تأمین آن با بهره پایین برای افزایش تولید بسیار اثرگذار است؛ کسانی که خودشان مدیر یا مالک مزرعه هستند، کارایی بالاتری نسبت به مزدبگیران دارند و افراد آشنا با نحوه پرورش گوجه‌فرنگی کارایی بالاتری (طبق انتظار) دارند.

جدول ٦- برآوردهای حداکثر راست‌نمایی برای پارامترهای تابع تولید کاب-داگلاس

Table 6- Mmaximum likelihood Estimates for the Parameters Cobb-Douglas Production Function

متغیرها Variables	الگوی بدون متغیرهای بارندگی (SPF) Model without rainfall variables (SPF)			الگوی با متغیرهای بارندگی (MSPF) Model with rainfall variables (MSPF		
	ضرایب Coefficients	انحراف از معیار S.D	P-Value	Coefficients ضرایب	انحراف از معیار S.D	P-Value
ثابت Constant	1.32	0.87	0.128	0.870	0.680	0.20
بارش‌های‌شدید در دوره رشد Heavy rains during flowering	–	–	–	-0.082	0.026	0.0016
هزینه‌ترمیم خرابی‌های ناشی از بارش The cost of restoration Damage caused by precipitation	–	–	–	0.011	0.070	0.10
بذر Seed	0.174	0.076	0.022	0.31	0.11	0.005
کود Fertilizer	0.040	0.024	0.090	0.02	0.011	0.07
سموم شیمیایی Chemical Pesticides	0.16	0.04	0.000	0.05	0.040	0.20
نیروی کار Labor force	0.24	0.07	0.001	0.36	0.013	0.007
هزینه آماده‌سازی زمین The cost of preparing land	0.11	0.063	0.08	0.13	0.07	0.06
دی‌سی آب DC Water	-0.21	0.04	0.00	-0.22	0.06	0.003
Parameter variance واریانس پارامترها						
$\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$		0.35			0.18	
$\theta = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$		0.79			0.89	
لگاریتم تابع راست‌نمایی Log-likelihood function		-5.53			–	
The function of technical inefficiencies تابع اثرات ناکارایی‌فنی						
ثابت Constant	–0.12	1.10	0.90	0.567	0.98	0.60
ضرر ۰/۱۰۰ محصول ناشی از بارش‌های‌شدید Loss of 100% of due to rain	–	–	–	0.85	0.37	0.02
ضرر ۰/۷۵ محصول ناشی از بارش‌های‌شدید Loss of 75% of due to rain	–	–	–	0971	0.41	0.018
ضرر ۰/۵۰ محصول ناشی از بارش‌های‌شدید Loss of 50% of due to rain	–	–	–	0.48	0.29	0.10
ضرر ۰/۲۵ محصول ناشی از بارش‌های‌شدید Loss of 25% of due to rain	–	–	–	0.632	0.231	0.006
سن Age	-0.31	0.22	0.16	-0.170	0.190	0.370
تجربه Experience	-0.42	0.17	0.014	-0.35	0.18	0.05
سطح سواد Literacy	-0.19	0.15	0.20	-0.11	0.08	0.18
دسترسی به اعتبارات Access to credits	-0.52	0.21	0.01	-0.41	0.17	0.016
شرکت در اداره مزرعه Participate in farm management	-0.72	0.40	0.07	-0.52	0.41	0.20
آموزش کشت گوجه‌فرنگی Tomato cultivation education	-0.67	0.31	0.028	-0.41	0.17	0.016
ناحیه Area	-0.58	0.13	0.00	-0.54	0.08	0.00

Source: Research findings منبع: یافته‌های پژوهش

متغیرهای سن و سطح سواد معنی‌دار نشده که علت آن پایین بودن واریانس سن گوجه‌فرنگی‌کاران منطقه و اینکه تخصص‌های کشاورزان تحصیل‌کرده، اکثراً در مورد کشاورزی و پرورش گوجه‌فرنگی نیست.

در الگوی MSPF، کارایی‌فنی (علاوه بر متغیرهای موجود الگوی SPF)، متغیرهای مجازی (ضرر صفر درصدی محصول ناشی از بارش‌های‌شدید، ضرر ۰/۲۵ محصول ناشی از بارش‌های‌شدید، ضرر ۰/۵۰ محصول ناشی از بارش‌های‌شدید، ضرر ۰/۷۵ محصول ناشی از بارش‌های‌شدید و ضرر ۰/۱۰۰ محصول ناشی از بارندگی) نیز اضافه‌شده است. ضرایب مثبت و معنی‌دار متغیرهای مذکور، نشان از رابطه مثبت بین بارش‌های‌شدید و ناکارایی‌فنی دارد؛ یعنی بارش‌های‌شدید بهاری به علت از بین بردن یا معیوب کردن گیاه، کارایی‌فنی را کاهش می‌دهند.

مقایسه ضرایب متغیرهای مؤثر بر کارایی‌فنی در دو الگو، بیانگر تورش‌دار بودن ضرایب الگوی SPF به علت نادیده گرفتن متغیرهای بارندگی است. به‌عنوان‌مثال ضریب متغیر تجربه در الگوی SPF برابر با ۰/۴۲- ولی در الگوی MSPF برابر با ۰/۳۵- است، یعنی با اضافه کردن متغیرهای بارندگی ضریب «تأثیر تجربه بر کارایی‌فنی» از ۰/۴۲- به ۰/۳۵- تغییر کرده است. هرچند نمی‌توان گفت، ۰/۳۵- مقدار واقعی است (چون شاید متغیرهای دیگری نیز بر کارایی مؤثر باشند که در مدل حضور ندارند) اما می‌توان گفت که ۰/۳۵- به واقعیت نزدیک‌تر است یا تورش کمتر نسبت به ۰/۴۲- دارد.

اضافه شدن متغیرهای بارندگی باعث شده، ضریب تأثیر متغیر "دسترسی به اعتبارات" بر کارایی‌فنی از ۰/۵۲- به ۰/۴۱- و ضرایب دو متغیر «شرکت در اداره مزرعه و آشنایی با روش علمی کشت گوجه‌فرنگی» به ترتیب از ۰/۷۲- و ۰/۶۷- به ۰/۴۱- و ۰/۱۷- تغییر کنند، پس عدم توجه به عوامل جوی؛ به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده کارایی‌فنی باعث تورش‌دار شدن نتایج می‌شود.

توزیع فراوانی کارایی‌فنی بین مزارع

در نظر گرفتن تأثیر بارش‌های‌شدید بر کارایی باعث شده تا میانگین و حداکثر میزان کارایی‌فنی در الگوی MSPF در مقایسه با SPF، افزایش و حداقل کارایی‌فنی کاهش یابد، طبق نتایج علاوه بر ایجاد تغییرات گسترده در توزیع نمرات کارایی‌فنی بعد از اضافه شدن متغیرهای بارش، نادیده گرفتن این متغیر منجر به تورش در برآورد کارایی‌فنی مزرعه می‌شود. اضافه شدن این متغیر (کنترل عوامل جوی) به برآورد دقیق‌تر کارایی‌فنی منجر می‌شود که با یافته‌های، رحمن و حاسان (۳۱)، شرلاند و همکاران (۳۶) و حاسان و همکاران (۱۱) همسو است.

طبق بخش دیگری از نتایج، در الگوی MSPF، ۸۳/۴٪ از مزارع گوجه‌فرنگی دارای کارایی‌فنی ۸۰٪ تا ۱۰۰٪ هستند، درحالی‌که در الگوی SPF ۸۱٪ مزارع در این دامنه هستند. در هر دو الگو، حدود ۳٪ از مزارع، کارایی‌فنی کمتر از ۵۰٪ دارند که نشان می‌دهد بیشتر مزارع در کارایی نسبتاً بالا عمل می‌کنند (جدول ۷).

جدول ۷- نتایج برآورد کارایی‌فنی مزارع با الگوهای SPF و MSPF
Table 7- Estimates of technical efficiency of farms with SPF and MSPF Models

دامنه کارایی‌فنی (درصد) Technical efficiency range (%)	الگوی SPF SPF Model	الگوی MSPF MSPF Model
80-100	81	83.4
50-80	16	13.6
<50	1	3

منبع: یافته‌های پژوهش Source: Research findings

طبق بخش دیگری از نتایج اگر کارایی‌فنی مزارع به ۱۰۰٪ برسد، مصرف نهاده‌ها ۱۴٪ و هزینه‌ها، ۱۱/۶٪ = {۱۰۰ × [۱− ۰/۸۴/۰/۹۵]} کاهش و تولید به میزان ۱۹٪ = {۱۰۰ × [(۱−۰/۸۴)/۰/۸۴]} افزایش می‌یابد (۲۸)، این نتایج همسو با نتایج شرلاند و همکاران (۳۷) است که؛ همبستگی قوی بین نهاده‌های تولیدی و شرایط زیست‌محیطی ازجمله بارش باران، یافتند و رحمن و حاسان (۱۱) که همبستگی ضعیف بین باران و کارایی یافتند.

بحث

در پژوهش‌های قبلی انجام‌شده درزمینه کارایی‌فنی مزارع‌کشاورزی که با روش تابع تولیدمرزی‌تصادفی با استفاده از نهاده‌های تولید (نیروی کار، سرمایه، سموم، بذر، کود و ...) به‌عنوان تعیین‌کننده‌های تولید و ویژگی‌های اقتصادی-اجتماعی (سن، تجربه، سواد، میزان دسترسی به اعتبارات) به‌عنوان تعیین‌کننده‌های کارایی فنی استفاده‌شده است، مشاهده‌شده که اکثر مواقع نتایج این پژوهش‌ها با واقعیات مزرعه انطباق ندارد (۳، ۲۵ و ۳۰). بررسی‌ها

نشان داد که یک علت آن نادیده گرفتن تأثیر شرایط جوی به‌عنوان عامل مهم و تأثیرگذار بر تولید و کاراییفنی است؛ بنابراین برای برآورد دقیق کاراییفنی باید شرایط جوی کنترل شوند؛ زیرا میزان مصرف بذر، کود و نیروی‌کار رابطه مثبت با شرایط جوی (بارش‌های‌شدید) دارند، درحالی‌که رابطه باران‌های شدید با سموم شیمیایی و تولید منفی است. بارندگی‌های سیل‌آسا و شدید علاوه بر تخریب مزرعه به گل‌ها، میوه‌ها، خسارت زده و باعث شسته شدن، سموم و کودها و بی‌اثر شدن آنها می‌شوند. وقوع بارش‌های‌شدید خصوصاً در دوره گل‌دهی محصول موجب بروز عفونت‌ها، بیماری‌ها و آفات گیاهی شده که برای جبران آنها باید از آفت‌کش‌های بیشتری استفاده کرد. همه این موارد باعث افزایش هزینه‌های‌تولید و کاهش کاراییفنی می‌شوند. پس لازم است، در بررسی کاراییفنی به عوامل جوی توجه شود، عدم توجه به این عوامل (طبق یافته‌های این پژوهش)، باعث ایجاد تورش در ضرایب تابع تولید و کارایی شده و این به‌نوبه خود باعث خواهد شد تا مدیر مزرعه در تصمیم‌گیری‌های تخصیص منابع دچار اشتباه شده و از منابع استفاده بهینه به عمل نیاورد.

برای آزمون تأثیر عوامل جوی بر تولید و کاراییفنی یک‌بار پارامترهای الگو بدون حضور این متغیرها و یک‌بار با اضافه شدن این متغیرها به الگو برآورد شده‌اند.

مقایسه یافته‌های حاصل از کاربرد دو الگوی تابع تولیدمرزی‌تصادفی و اصلاح‌شده، تأییدکننده ادعاهای فوق است؛ به این معنا که نادیده گرفتن متغیرهای جوی در برآورد کاراییفنی، منجر به تورش در پارامترهای برآوردی می‌شود.

طبق بخش دیگری از نتایج، بارش‌های‌شدید باعث بروز خسارات به مزرعه تا میزان ۱۰۰٪ شده که کاهش کاراییفنی را در پی داشته است. این بخش از یافته‌ها نیز با یافته‌های رحمن و حاسان (۳۱)، لات و همکاران (۱۹)، مار و همکاران (۲۲) و کی و همکاران (۱۸) همسو است (در مطالعات مذکور، کاراییفنی گندم، برنج، کنجد و انبه برآورد شده است).

به‌طور خلاصه طبق یافته‌ها، دلایل زیر برای اثبات ادعای تأثیرپذیری تولید و کارایی گوجه‌فرنگی از بارش‌های‌شدید وجود دارد.

رد فرضیه «الگو بدون متغیرهای جوی کامل است».

رد فرضیه «بارش‌های‌شدید بر تولید بی‌اثر است».

معنی‌دار شدن "ضریب متغیر بارش‌های‌شدید" در تابع تولید.

معنادار شدن ضرایب متغیرهای چهار سطح ضرر شامل: ۱۰۰٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۲۵٪ بارش‌های‌شدید در معادله کارایی.

با اضافه شدن متغیرهای جوی به الگو (الگوی MSPF)، تمامی ضرایب نهاده‌ها و کاراییفنی تغییر می‌کنند که این بیانگر تأثیر متغیرهای جوی است که نادیده گرفته‌شده بودند.

تفاوت زیاد کاراییفنی برآورد شده در دو الگو به این معنا است که در الگوی بدون باران، برآوردهای کاراییفنی تورش‌دارتر هستند.

سموم شیمیایی در الگوی SPF با تولید رابطه معنی‌دار دارد ولی در الگوی MSPF ضریب این متغیر معنی‌دار نشده است، دلیل آن احتمالاً این است که بارش‌های‌شدید سموم را شسته و اثرات آن را از بین می‌برد این بخش از نتایج با یافته‌های باتیس و همکاران (۸) همسو است.

از یافته‌های جالب این پژوهش رابطه متقابل بین نهاده‌ها و بارش‌های‌شدید است، به‌طوری‌که بارش‌های‌شدید نه‌تنها باعث تخریب مزرعه می‌شود، بلکه باعث کاهش کارایی سایر نهاده‌ها نیز می‌گردد؛ این مسئله با مقایسه ضرایب دو الگوی (SPF و MSPF) به‌وضوح پیداست.

کاربردها

بیشتر گوجه‌فرنگی‌کاران در سال‌های اخیر به علت بارندگی‌های شدید در فصل رشد و آسیب زراعی متحمل تلفات فراوان شده‌اند. پس این وضعیت نیاز به تحلیل تجربی کاراییفنی و رابطه آن با شرایط جوی خصوصاً بارندگی‌های ناگهانی داشت. نتیجه پژوهش می‌تواند به طراحی سیاست‌هایی که باعث بهبود بهره‌وری گوجه‌فرنگی شوند، کمک کند.

طبق یافته‌ها:

متغیرهای بارندگی بر تولید و کاراییفنی مؤثرند و نادیده گرفتن آن‌ها باعث تورش‌دار شدن ضرایب نهاده‌های تولید و تعیین‌کننده‌های کاراییفنی می‌شود.

می‌توان کاراییفنی را با استفاده مناسب از نهاده‌ها ۱۴٪ افزایش داد.

می‌توان با بهبود کاراییفنی، تولید را به میزان ۱۹٪ افزایش و هزینه‌های‌تولید را به میزان ۱۱/۶٪ کاهش داد.

پیشنهادها

برای کنترل عوامل جوی، گوجه‌فرنگی به‌صورت گلخانه‌ای کشت شود.

پژوهش درزمینه توسعه انواع دانه‌های گوجه‌فرنگی سازگار با شرایط آب‌وهوایی این‌گونه مناطق.

پیش‌بینی عوامل جوی توسط سازمان هواشناسی و انعکاس آن به کشاورزان برای تصمیم‌گیری بهتر.

سپاسگزاری: در پایان از کلیه کسانی که در طراحی پرسشنامه‌ها انجام پژوهش‌های میدانی، همکاری داشته‌اند؛ تشکر می‌شود

منابع

1-Abdollahi B., Rahelei H., Taghizadeh M., Kasrani M., and Najaflu B. 2010. Measurement of Technical Efficiency and Its Effective Factors on Greenhouse Cucumber Production (Case Study of East Azarbaijan Province). Journal of Crop Ecophysiology 2(14): 81-90. (In Persian)

2-Aigner D., Lovell C.A., and Schmidt P. 1977. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. Journal of Economics 6: 21–37.

3-Alieu L., and Csaba F. 2015. The Effects of Climate Change on Cereals yield of Production and food security in Gambia. APSTRACT 9(4): 83-92.

4-Arsalanbod M. R. 1384. Technical efficiency, allocative and economic tomato producers in Western Azerbaijan. Fifth Iranian Agricultural Economics Conference, Faculty of Agriculture, Urmia University. (In Persian)

5-Arega S., and Molla A. 2017. Effect of climate variability on crop income and indigenous adaptation strategies of households, International Journal of Climate Change Strategies and Management, Available at https://doi.org/10.1108/IJCCSM-04-2016-0039.

6-Banjaw D., Tadesse M., Habtamu G., and Lemma D.T. 2017. Effect of Water Quality and Deficit Irrigation on Tomatoes Yield and Quality: A Review. Advances in Crop Science and Technology 5(4): 1-4.

7-Battese G.E. and Coelli T. J. 1995. A model for technical inefficiency in a stochastic frontier production function for panel data. Empirical Economics 20: 235–332.

8-Battese G.E., Nazli H., and Smale M. 2014. Productivity and Efficiency of Farmers Growing Four Popular Wheat Varieties in Punjab, Pakistan; HarvestPlus Working Paper, Available at www.harvestplus.org/sites/default/files/HarvestPlus_WorkingPaper15.pdf

9-Bradley W.K., Tatjana H., Ralph M., Charles E., Wilson J., and Lance S. 2014. Measurement of Technical, Allocative, Economic, and Scale Efficiency of Rice Production in Arkansas Using Data Envelopment Analysis. Journal of Agricultural and Applied Economics 46(1): 89–106.

10-Food and Agriculture Organization. 2017. Pulses and Climate Change. Available at http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/454530/

11-Hasan M.K., Miah M.A. and Rahman M.M. 2008. Influence of environmental and managerial of improved pulse production in Bangladesh. Asia Pac. Journal of Rural Development 18: 123–136.

12-Hoang V.N. 2013. Analysis of productive performance of crop production systems: An integrated analytical framework. Agricultural Systems 116: 16–24.

13-Justus O., Lilian K., and Mary M. 2016. Effects of climate variability and change on agricultural production: The case of small scale farmers in Kenya. NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences 77: 71-78.

14-Khai H.V., and Yabe M. 2011. Technical efficiency analysis of rice production in Vietnam. International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences (ISSAAS), 17: 135–146.

15-Kahil M.T., Connor J.D., and Albiac J. 2015. Efficient water management policies for irrigation adaptation to climate change in Southern Europe. Ecologycal Economics 120: 226–233.

16-Khazaei J., Amani B., and Isfahani S.D.J. 2015. Study of Total Productivity Changes in Tomato Production Factors in Iran Using Malmquist Index. Agricultural Economics Research 4(28): 83-98. (In Persian)

17-Krishna P., Pokharel A.M., Featherstone D., and Archer W. 2018. Estimating Economic Efficiency under Risk for Agricultural Cooperatives. Southern Agricultural Economics Association’s 2018 Annual Meeting, Jacksonville, Florida, February, 2-6: 1-24, Available at http://ageconsearch.umn.edu/record/266729/files/Pokharel_EfficiencySAEA2018.pdf

18-Kyi T., and VonOppen M. 1999. Stochastic frontier production function and technical efficiency estimation: A case study on irrigated rice in Myanmar. In Proceedings of the Deutscher Tropentag 1999 in Berlin Session: Sustainable Technology Development in Crop Production, Berlin, Germany, 14–15 October 1999: 1–20, Available at ftp://ftp.gwdg.de/pub/tropentag/proceedings/1999/.../STD_C6.pdf

19-Latt A.K., Hotta K., and Nanseki T. 2011. Analysis of technical efficiency of monsoon rain-fed sesame production in Myanmar: A Stochastic Frontier Approach. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University 56: 177–184.

20-Leake G., Weldegiorgis G., Kidu M., Hareg G.E., Gebremariam and Zenebe A.K. 2018. Resources use efficiency of irrigated tomato production of small-scale farmers. International Journal of Vegetable Science, Available at https://doi.org/10.1080/19315260.2018.1438552.

21-Mar S., Nomura H., Takahashi Y., Ogata K., and Yabe M. 2018. Impact of Erratic Rainfall from Climate Change on Pulse Production Efficiency in Lower Myanmar. Sustainability 10(402): 1-16.

22-Mar S., Yabe M., and Ogata K. 2013. Technical Efficiency Analysis of Mango Production in Central Myanmar. International Society for Southeast Asian Agricultural Sciences (ISSAAS) 19: 49–62.

23-Meeusen W., and VanDen B.J. 1977. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. International Economic Review (Philadelphia) 18: 435–444.

24- Melo-Becerra L.A., and Orozco-Gallo A.J. 2017. Technical efficiency for Colombian small crop and livestock farmers: A stochastic metafrontier approach for different production systems. Journal of Productivity Analysis 47(1): 1–16.
25-Muhammad N., Shah A.U., Jan I., Ullah M.I., and Khan S. 2017. Allocative efficiency analysis of tomato growers in Mohmand Agency, Pakistan. Sarhad Journal of Agriculture 33(3): 366-370.
26-Mukherjee A., Sarkar. S., and Sarkar A. 2018. Productivity and Profitability of Tomato Due to Irrigation Frequency and Mulch. International Journal of Vegetable Science 24(1): 43-57.
27-Musa H., Ahmed L.Z., and Endrias G. 2015. Measuring technical, economic and allocative efficiency of maize production in subsistence farming: evidence from the Central Rift Valley of Ethiopia. Applied Studies in Agribusiness and Commerce 9(3): 63-74.
28- Obare G., Nyagaka D., Nguyo W., and Mwakubo S.M. 2010. Are Kenyan smallholders allocatively efficient? Evidence from Irish potato producers in Nyandarua North district. Journal of Development and Agricultural Economics 2: 78–85.
29-Ocholi A., and Ayinla V. 2018. Determinants of technical efficiency of small-scale Broiler production enterprises in Benue state, Nigeria. International Journal of Agricultural and Veterinary Sciences (ijavs) 4(1): 4-17.
30-Ogada M.J., Muchai D., Mwabu G., and Mathenge M. 2014. Technical efficiency of Kenya's smallholder food crop farmers: Do environmental factors matter? Environment, Development and Sustainability 16: 1065–1076.
31-Rahman S., and Hasan M.K. 2008. Impact of environmental production conditions on productivity and efficiency: A case study of wheat farmers in Bangladesh. Journal of Environmental Management 88: 1495–1504.
32-Rosenzweig C. and Liverman D. 1992. Predicted Effects of Climate Change on Agriculture: A Comparison of Temperate and Tropical Regions. In Global Climate Change: Implications, Challenges, and Mitigation Measures, USA: 342–361, Available at http://www.ciesin.columbia.edu/docs/004-145/004-145.html.
33-SadatMoezeni S. and Karbasi R. 2008. Measurement of Types of Efficiency Using Data Envelopment Analysis Case Study of Pistachio producers in Zarand. Agricultural Economics and Development 16(61): 1-16. (In Persian)
34-Sahubar A., Bin M.N., Azizul B., and Razamin R. 2016. Technical, allocative, cost, profit and scale efficiencies in kedah, Malaysia rice production: a data envelopment analysis. Journal of Agricultural and Biological Science 11(8): 322-335.
35-Sardana V., Sharma P., and Sheoran P. 2010. Growth and production of pulses. In Soils, Plant Growth and Crop Production. Verheye, W.H., Ed., Eolss Publishers Co., Ltd.: Oxford, UK, 3: 378–416, Available at http://www.eolss.net/sample-chapters/c10/e1-05a-44-00.pdf
36- Sarker M.A.R., Alam K., and Gow J. 2012. Exploring the relationship between climate change and rice yield in Bangladesh: An analysis of time series data. Agricultural Systems 112: 11–16.
37-Sherlund S.M., Barrett C.B., and Adesina A.A. 2002. Smallholder technical efficiency controlling for environmental production conditions. Journal of Development Economics 69: 85–101.
38-Silva J.V., Pytrik R., Alice G.L., and Van M. 2017. Explaining rice yields and yield gaps in Central Luzon, Philippines: an application of stochastic frontier analysis and crop modelling. European Journal of Agronomy 82: 223–241.
39-Tuhamipour M., Saleh E., and Nemati M. 2014. Measuring and analyzing the growth of total factor productivity of different varieties of rice in Iran. Journal of Applied Crop Research 27(103): 96-104. (In Persian)
40-USDA. Climate Change and Agriculture in the United States. 2013. Effects and Adaptation; United States Department of Agriculture Technical Bulletin 1935; USDA: Washington, DC, USA: 186, Available at https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=ge_at_reports
41-Wang H. 2002. One-Step and Two-Step Estimation of the Effects of Exogenous Variables on Technical Efficiency Levels. Journal of Productivity Analysis 18: 129–144.
42-Wilson P., Hadley D., and Asby C. 2001. The influence of management characteristics on the technical efficiency of wheat farmers in Eastern England. Agricultural of Economics 24: 329–338.
43- www.basakco.com
44-Xin-Zhong L., Yu W., Robert G., Chambers Daniel L., Schmoldt WeiGao C.L., Yan-An L., Chao S., and Jennifer A.K. 2017. Determining climate effects on US total agricultural productivity, Available at www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1615922114PNAS Published online March 6.

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 33, No. 2, Summer 2019, p. 109-124

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۱۲۴-۱۰۹

Measuring the Effect of Heavy Spring Rainfall on Technical Efficiency of Tomato Production in Arsanjan

M. Hasanshahi[1]*
Received: 15-04-2018
Accepted: 29-07-2019

Introduction: Agricultural performance depends not only on the availability of physical resources and agricultural technologies, but also on the climate and environmental conditions prevailing on the farm. As the Earth's temperature rises, precipitation has become an unpredictable variable and has led to phenomena such as floods, droughts, etc. in addition, such phenomena have created a new sense of uncertainty for farmers with increasing uncertainty about the prediction of the future climate, and have faced producers with new types of climate problems. It is predicted that the frequency and severity of climate change will increase the challenges facing risk management, as atmospheric conditions (sudden and heavy rains, hurricanes, severe changes in air temperature and acid rain) affect the efficiency of production inputs (fertilizer, seed, pesticides, and so on). ...) Influential. Severe climate change during the growing season can cause serious damage to agriculture and affect farmers' decisions to allocate farm inputs and lead to reduced production and efficiency; Therefore, in analyzing the efficiency and financial and physical performance of the farm, in addition to the production inputs, we should also consider the climatic conditions in which the effect of spring rains on the technical efficiency of tomatoes is investigated.

Materials and Methods: Data from the crop year of 1395-1396 and The model used is a Modified Stochastic Production Frontier Approach (MSPF),with changes in the model so that in addition to the physical inputs of production, heavy rainfall during tomato growth and farm restoration costs (partial re-planting, part of the farm damaged by rainfall) Have been added to the the traditional model of Stochastic Production Frontier Approach (SPF) to estimate their impact on technical performance (in conventional models due to the lack of atmospheric variables, the estimated parameters are biased and the correlation between efficiency and bias is neglected and the bias bias causes the farm manager to decide. Conflicts d Wrong resource attribute and failed to make optimal use of resources). In addition, if the explanatory variables in the production function are correlated with the variables affecting technical performance and this correlation is ignored in the estimation of the production function parameters, it leads to biased estimates of the parameters thus avoiding this kind of correlation, Betis and Coeli's one-step approach is used to determine the factors affecting production efficiency, in which the technical efficiency of the fields is related to the socio-economic conditions of the farmers, management skills and demographic characteristics, etc.Eventually the Modified Stochastic Production Frontier Approach have been compared and the results have been compared with the traditional model of Stochastic Production Frontier Approach.

Results: According to the results of the correlation coefficients estimated between production inputs and rainfall and farm repair costs, there is a relatively strong correlation between heavy rainfall, seed rate and labor force. Heavy rains increase the need for labor to compensate and repair the farm. Rainfall is also negatively correlated with pesticides, since it is washed off by rainfall and instead of being absorbed by pesticides, it is washed out and eliminated, and the farmer is aware of this problem and uses less pesticide during heavy rainfall. Precipitation has a negative effect on pests. Rain is positively correlated with fertilizer as expected, as rainfall can absorb fertilizer faster into the soil and root of the plant. Rain is positively associated with seed because heavy rains destroy the transplants and the farmer must re-transplant. Although the relationship between repair costs and rainfall was not positive but significant, it may be because some of the repair costs (more fertilizer, manpower and seed consumption) were in the three inputs. To test the effect of atmospheric factors on production and technical efficiency, the model parameters were estimated once without the presence of these variables and once added to the model. Comparison of the results from the application of these two models confirms that ignoring the atmospheric variables in the estimation of the technical efficiency leads to bias in the estimation parameters. According to another part of the results: 1- Heavy rainfall caused 100% damage to the farm resulting in technical efficiency reduction, 2- Adding atmospheric variables to the model (MSPF pattern), all input coefficients and technical efficiency change This reflects the impact of atmospheric variables on efficiency and production that were overlooked in previous studies. 3. The high technical efficiency difference estimated in the two models means that in the rainless model, the technical efficiency estimates are more biased,

1- Assistant Professor, Department of Economics, Arsanjan Branch, Islamic Azad University, Arsanjan, Iran
(*- Corresponding Author Email: hasanshahi@iaua.ac.ir)

4. Toxins Chemical in the SPF pattern has a significant relationship with production but in the MSPF model, the coefficient of this variable is not significant because it is likely to wash away the heavy pesticide precipitation and eliminate its effects. 5 - Interesting findings of this study Interaction between inputs And there is heavy rainfall so that heavy rainfall not only damages the farm but also reduces the efficiency of other inputssignificant.6- Proper use of inputs can increase technical efficiency by 14%, resulting in a 19% increase in production and an 11.6% decrease in production costs

Conclusion: Atmospheric factors, especially severe and short-term rains, reduce the technical efficiency and tomato production.

Keywords: Erratic rains, Modified Stochastic Production Frontier Approach, Technical efficiency, Tomato, Torrential storms